

(Zentralinstitut für Hygiene. Direktor: Dr. STEVAN IVANIĆ.)

Über die Konjugation der kleinkernlosen Stadien mit den einen normalen Kernapparat besitzenden Tieren bei *Amphileptus spec.*

Von

Momčilo Ivanić (Belgrad).

(Hierzu 2 Textfiguren.)

Seit den klassischen Untersuchungen von BÜTSCHLI (1876), MAUPAS (1889), R. HERTWIG (1889) u. a. über die Konjugation bei Infusorien schien es viele Jahre hindurch, als ob über diese Frage nicht mehr viel zu arbeiten sei. Ein Wendepunkt trat erst ein, als VON PRANDTL (1906) bei *Didinium nasutum* die während der zwei ersten Kleinkernteilungen vorkommende Reduktion der Chromosomenzahl zum erstenmal einwandfrei festgestellt worden ist. Diese bei der Konjugation erfolgte Reduktion der Chromosomenzahl wurde bald darauf durch die Untersuchungen von ENRIQUES (1908) bei *Chilodon uncinatus*, von POPOFF (1908) bei *Carchesium polypinum*, von COLLIN (1909) bei *Anoplophrya branchiarum* u. a. gefunden. Doch ist fast bis in die allerletzte Zeit dabei eine sehr wichtige Frage unentschieden geblieben, nämlich die: auf welche Weise die Reduktion der Chromosomenzahl bei Infusorien eigentlich zustandekommt?

Nach den Untersuchungen von PRANDTL, ENRIQUES, POPOFF, COLLIN zu urteilen, schien es so, als ob wir es hier mit dem sog. Primärtypus im Sinne von WEISMANN zu tun gehabt hätten, d. h. daß je eine Hälfte der Chromosomenzahl einfach an die entsprechenden Spindelpole verteilt wird, ohne daß vorher, wie es bei Metaphyten und Metazoen der Fall ist, die sog. Pseudoreduktion stattfindet, wonach erst die Halbierung der Chromosomenzahl eintritt.

Die auf dem Wege der sog. Pseudoreduktion vor sich gehende Halbierung der Chromosomenzahl wurde zuerst von CALKINS (1919) bei *Uroleptus mobilis* einwandfrei nachgewiesen. Derselbe Modus der Chromosomenreduktion ist darnach von GREGORY (1923) bei *Oxytricha fallax* und von IVANIĆ (1933) bei *Chilodon cucullulus* festgestellt worden.

Untersuchungen über die Chromosomenverhältnisse bei Infusorien haben insbesondere an Interesse gewonnen, als durch Untersuchungen von MAC DOUGALL (1925, 1929, 1929 a) bei *Chilodon uncinatus* neben den die diploide Chromosomenvierzahl besitzenden Rassen noch tetra- und triploide Rassen — die letzteren auf experimentellem Wege durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht hervorgerufen, — gefunden worden sind.

Neben den Konjugationsstadien, welche sich durch normale Kernverhältnisse mit beiden Kernsorten, mit den sog. Groß- und den sog. Kleinkernen auszeichnen, sind aber in neuerer Zeit Konjugationsstadien von Tieren bekannt geworden, bei welchen diese Kernverhältnisse nicht bestehen. So haben WOODRUFF and SPENCER (vgl. BĚLAŘ, 1926, S. 194) bei *Spathidium spathula* die Konjugation kleinkernloser Formen beobachtet. Nach den Angaben der Forscher handelt es sich hier eigentlich nicht um eine normal verlaufende, sondern vielmehr um eine „abortive Konjugation“. WOODRUFF and SPENCER haben die Konjugation als „abortiv“ bezeichnet, weil die Konjugation bei kleinkernlosen Tieren nur auf die Verschmelzung der Protoplastkörper der Konjuganten begrenzt ist, die Reorganisationsprozesse des Kernapparates aber völlig ausbleiben, so daß die im Konjugationsversuche begriffenen Tiere früher oder später degenerieren und zugrundegehen. Sobald wir in Betracht ziehen, daß den Tieren die Kleinkerne fehlen, wird ohne weiteres klar, warum bei diesen Konjugationsversuchen (den „abortiven Konjugationen“) die sich regelmäßig bei normaler Konjugation abspielenden Reorganisations-, die Reifungs- und Befruchtungsprozesse des Kernapparates nicht stattfinden können.

Bei großkernlosen Infusorien ist die Konjugation noch nicht beobachtet worden. Manche Forscher scheinen geneigt zu sein anzunehmen, daß die Konjugation bei großkernlosen Infusorien vollständig fehlt (REICHENOW, 1927/1929, S. 1154/1155). Ich möchte dieser Ansicht nicht beipflichten, denn wenn die kleinkernlosen Infusorien Konjugationsversuche zu machen imstande sind, ist diese Möglichkeit um so mehr bei den großkernlosen Infusorien zu erwarten, da diese Infusorien sowie alle normalen Infusorien die die geschlechtlichen Vorgänge durchmachenden Kerne, die Kleinkerne, besitzen.

Meines Wissens sind bisher nicht Konjugationsstadien beobachtet worden, bei welchen einer der beiden Konjuganten die normalen Kernverhältnisse besessen hätte, der zweite dagegen etwa kleinkernlos gewesen wäre. Wenn aber der Konjugationsversuch zwischen zwei kleinkernlosen Tieren gemacht werden kann, ist es um so mehr als möglich anzunehmen, daß ein Konjugationsversuch stattfinden kann, wenn nur einer der Konjuganten die anormalen Kernverhältnisse besitzt.

Durch einen glücklichen Zufall habe ich zwei solche Konjugationsstadien auffinden können. In einer von mir im August 1912 angelegten Kultur, welche ich fast 2 Jahre hindurch am Leben erhalten konnte, war auch in großer Zahl eine *Amphileptus*-Art zu treffen. Da es nun unmöglich ist, diese Art im gefärbten Präparate genau zu bestimmen, werde ich die von mir untersuchte Art als *Amphileptus spec.* bezeichnen. Die Tiere vermehrten sich rege in der Kultur. Mit der Zeit waren auch vereinzelt Konjugationsstadien zu treffen. Darunter fand ich im gefärbten Präparate zwei Konjugationspärchen, bei welchen einer der Konjuganten (der linke in beiden Fällen), normale Kernverhältnisse, die Großkerne und die Kleinkerne, zeigte, der zweite (rechte) Konjugant dagegen kleinkernlos war. Mein Material wurde mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol fixiert und mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin gefärbt.

Viele Jahre hindurch habe ich die Hoffnung gehegt, durch planmäßige Kultivationsversuche ein reichlicheres derartiges Material erhalten zu können. Da ich aber mich nie lange Zeit hindurch mit diesen Kultivationsversuchen beschäftigen konnte, habe ich kein neues Material mehr beschaffen können. Da ich noch weniger hoffen kann, in der Zukunft die Kultivationsversuche doch einmal ausführen zu können, sei es mir gestattet, das vor Jahren von mir Beobachtete hier mitzuteilen und dadurch vielleicht Untersuchungen in dieser Richtung anzuregen. Meiner Ansicht nach sind diese Untersuchungen nicht mit allzugroßen Schwierigkeiten verbunden: man braucht nur genug Zeit und Geduld für sie.

In Fig. 1 u. 2, 2 a sind die zwei von mir gefundenen Konjugationsstadien wiedergegeben. In Fig. 2 a sind mit sehr starker Vergrößerung die die Kerne enthaltenden Protoplasmapartien des Konjugationspärchens Fig. 2 abgebildet worden, um die Kernverhältnisse besser kenntlich zu machen.

Beim Konjugationsstadium Fig. 1 ist ein Konjugationspärchen zu sehen, bei welchem der linke Konjugant normale Kernverhältnisse besitzt, der rechte Konjugant dagegen kleinkernlos ist und nur

zwei Großkerne enthält. Die Großkerne des rechten Konjuganten (ma_1 und ma_2) sind dicht aneinander angeschmiegt, als ob sie in

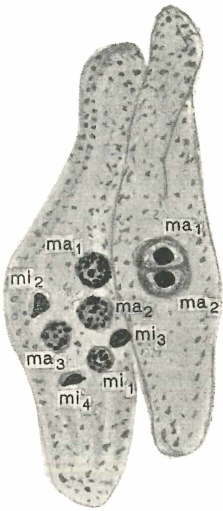


Fig. 1.

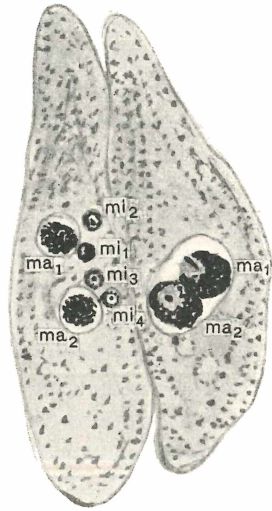


Fig. 2.

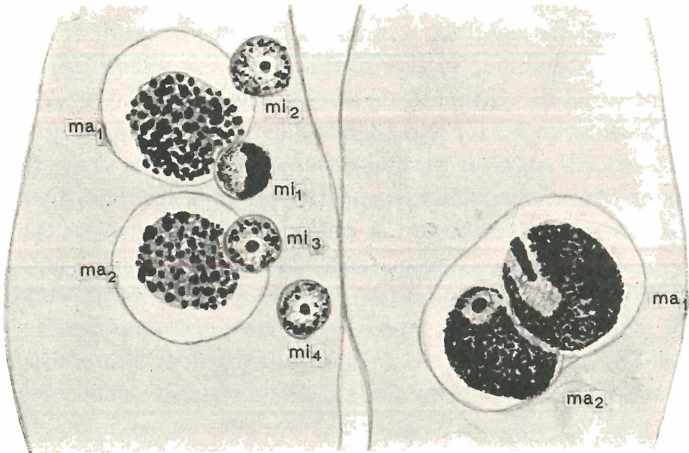


Fig. 2a.

Sämtliche Textfiguren sind nach den mit **SCHAUDINN'S**chem Sublimatalkohol fixierten und mit **HEIDENHAIN'S**chem Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten mit Hilfe des **LEITZ'S**chen Zeichenapparates in der Höhe des Arbeitstisches entworfen. Die Vergrößerung: **ZEISS** Oc. 2 Obj. Hom. Imm. $\frac{1}{12}$: Textfig. 1 u. 2; **ZEISS** Oc. 12. Obj. Hom. Imm. $\frac{1}{12}$: Textfig. 2a.

einem Verschmelzungsprozesse begriffen gewesen wären. Die Großkerne besitzen nicht massigen, sondern deutlichen bläschenförmigen Bau, was bei freilebenden Tieren mit Ausnahme mancher Exkonjuganten niemals der Fall ist. Beim linken, die normalen Kernverhältnisse enthaltenden Konjuganten sind drei Großkerne (ma_1 , ma_2 und ma_3) und vier Kleinkernendeszenten (mi_1 , mi_2 , mi_3 und mi_4) zu sehen. Die Dreizahl der Großkerne ist als anormal zu betrachten. Höchstwahrscheinlich ist sie dadurch entstanden, daß einer der Großkerne sich im freilebenden Zustande geteilt hat. Die Kleinkerne unterscheiden sich erheblich voneinander. Drei Kleinkernendeszenten stellen sich als winzige, stark färbbare Klümpchen dar (mi_2 , mi_3 und mi_4), wo keine nähere Struktur zu erkennen ist. Der vierte Kleinkern (mi_1) ist erheblich größer und weist deutlich feinkörnigen Bau auf. Die drei ersten Kleinkerne fasse ich als Degenerationskleinkerne auf. Beim linken Konjuganten hat wohl die zweite Reifeteilung stattgefunden, wodurch vier Kleinkerne gebildet wurden. Drei Kleinkerne degenerieren nun und gehen zugrunde, der vierte Kleinkern bleibt nur über. Seine bedeutende Größe, sowie sein feinkörniger Bau weisen auf die Vorbereitung für die dritte Kleinkernteilung, in einen Wander- und in einen stationären Kleinkern, hin. Es ist deshalb nicht wunderzunehmen, daß die Reifeteilungen beim linken Konjuganten völlig normalen Verlauf haben, weil bei dem Konjuganten normale Kernverhältnisse im Augenblicke des Eintretens in die Konjugation festgestellt worden sind.

Das zweite, mir zur Verfügung stehende Konjugationspärchen (Fig. 2 u. 2a) ist als eine erwünschte Ergänzung des vorhergehenden Stadiums zu bezeichnen, wenn auch die beiden Konjugationspärchen sich etwa in demselben Stadium befinden. Beim rechten, kleinkernlosen anormalen Konjuganten sind ebenso zwei dicht aneinanderliegende Großkerne (ma_1 und ma_2) zu sehen. Das feinkörnige, stark färbbare Material umhüllt fast den ganzen, kugelförmigen Lininkörper der beiden Großkerne. Im freien, hellen Raum ist bei den beiden Großkernen je ein kornartiges Gebilde zu sehen, das an ein winziges Plastinkaryosom erinnert. Ob nach und nach aus den noch immer massig gebauten Großkernen endlich die deutlich bläschenförmigen Stadien wie etwa beim Stadium Fig. 1 entstehen, habe ich nicht verfolgen können, doch muß ich dies als nicht unwahrscheinlich betrachten. Noch ist für die Großkerne der rechten Konjuganten Fig. 2 u. 2a zu bemerken, daß sie in einer riesengroßen Vakuole eingebettet sind, als ob sie wie gewöhnliche Nahrung der Verdauung anheimfallen sollten. Beim linken, die normalen Kern-

verhältnisse besitzenden Konjuganten fallen vor allem große, massige Kerne, die alten Großkerne (ma_1 und ma_2) auf. Jeder der alten Großkerne liegt in einer besonderen, großen Vakuole. Die Vierzahl der Kleinkerne (mi_1 , mi_2 , mi_3 und mi_4) spricht dafür, daß auch hier die zweite Reifeteilung stattgefunden hat, durch welche die vier Kleinkerneszendenten gebildet worden sind. Nach erfolgter zweiter Reifeteilung sind die vier Kleinkerneszendenten in üblicher Weise rekonstruiert worden. Nach einer Zeit der Ruhe ist, wie bei allen solchen Stadien, eine Degeneration der überzähligen Kleinkerneszendenten eingetreten. Die drei bläschenförmig gebauten Kleinkerne (mi_2 , mi_3 und mi_4) befinden sich gerade im allerersten Stadium der Degeneration und der Auflösung. Der vierte überbleibende Kleinkern (mi_1) fällt auf den ersten Blick durch seinen besonderen Bau und seine stärkere Färbbarkeit auf. Es ist wohl schon als ein Vorbereitungsstadium für die dritte Teilung, die Teilung in den Wander- und in den stationären Kleinkern, zu betrachten.

Überblicken wir nun das Wesentliche bei den merkwürdigen Konjugationsstadien, so fällt es auf, daß bei den normalen, die normalen Kernverhältnisse besitzenden Konjuganten die Reorganisationsvorgänge des Kernapparates in völlig normaler Weise verlaufen. Die beiden Reifeteilungen finden regelmäßig statt und es ist sogar der Beginn der Degeneration der überzähligen Kleinkerneszendenten, sowie der Beginn der Vorbereitung des überbleibenden Kleinkernes für die dritte Kleinkernernteilung, für die Teilung in den Wander- und in den stationären Kleinkern, zu erkennen. Die Tatsachen machen es nun wahrscheinlich, daß auch die dritte Kleinkernernteilung, sowie der Übertritt des Wanderkernes bei den Konjugationsstadien erfolgen könnten. Wenn aber der Wanderkern aus dem normalen Konjuganten in den kleinkernlosen Konjuganten übertreten kann, dann ergeben sich daraus zwei recht merkwürdige und wichtige Möglichkeiten. Erstens ist auf diesem Wege die Möglichkeit gegeben, daß sich die kleinkernlosen Tiere in kleinkernhaltige verwandeln und, zweitens, daß so haploide Tiere gebildet werden. Die beiden Konjuganten verwandeln sich in dieser Weise in Haplonten um.

Daß der Wanderkern in der Tat im Schwesterkonjuganten im haploiden Zustande weiterzuleben imstande sein kann, ist aus einem speziellen, mit dem hier angenommenen völlig identischen Fall zu ersehen. Wie von DOGIEL (1925) bei *Cycloposthium bipalmatum* festgestellt worden ist, bleibt manchmal nach Übertritt des Wanderkernes die Befruchtung und die Bildung des Synkaryons aus. In

solchen Fällen wird jeder der haploiden Kerne zu einem selbständigen, selbständig weiterlebenden Kerngebilde, dem Groß- oder dem Kleinkerne.

Das Vorkommen der Konjugation, resp. der geschlechtlichen Vorgänge bei kleinkernlosen Formen scheint mir auch im Hinblick auf die Erklärung der Kernverhältnisse bei Infusorien im allgemeinen von Bedeutung zu sein. Wie bekannt, nimmt man seit Jahrzehnten fast allgemein an, daß die Infusorien zwei physiologisch grundverschiedene Kernsorten, die sog. somatischen Groß- und die sog. generativen Kleinkerne besitzen. Das Vorkommen der geschlechtlichen Vorgänge bei den nur die somatischen Großkerne besitzenden Formen ist nun deshalb als ein neuer Beweis gegen die Doppelkernigkeitstheorie bei Infusorien zu bezeichnen, weil aus den Stadien wohl deutlich hervorgeht, daß die kleinkernlosen, resp. nur somatische Großkerne besitzenden Tiere ebenso Neigung zu geschlechtlichem Leben besitzen, nur nicht die geschlechtlichen Vorgänge durchzumachen imstande sind, weil ihnen dafür die normalen Kerne, die Kleinkerne, fehlen.

Literaturverzeichnis.

- BELAŘ, KARL (1926): Der Formwechsel der Protistenkerne. Eine vergleichend-morphologische Studie. Jena.
- BÜTSCHLI, OSCAR (1876): Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Conjugation bei Infusorien. Abh. d. Senckenb. naturf. Ges. Bd. 10. Frankfurt.
- CALKINS, GARRY (1919): Uroleptus mobilis ENGLM. I. History of the nuclei during division and conjugation. Journ. exper. Zool. Vol. 27.
- COLLIN, B. (1909): La conjugaison d'Anoplophrya branchiarum STEIN. Arch. zool. expér. et gén. 5. Ser.
- DOGIEL, VALENTIN (1925): Die Geschlechtsprozesse bei Infusorien (speziell bei den Ophryoscoleciden), neue Tatsachen und theoretische Erwägungen. Arch. f. Protistenk. Bd. 50.
- ENRIQUES, PAOLO (1908): Die Conjugation und sexuelle Differenzierung der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 12.
- GREGORY, L. H. (1923): The conjugation of Oxytricha fallax. Journ. Morph. Vol. 37.
- HERTWIG, RICHARD (1889): Über die Conjugation der Infusorien. Abh. d. bayer. Akad. d. Wiss. II Cl. Bd. 17.
- IVANIĆ, MOMČILO (1933): Die Conjugation von Chilodon cucullulus EHRBG. Arch. f. Protistenk. Bd. 79.

- MACDOUGALL, M. S. (1925): Cytological observations on gymnostomatous ciliates with a description in diploid and tetraploid forms of *Chilodon uncinatus*. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 69.
- (1929): Modifications in *Chilodon uncinatus* produced bei ultraviolet radiation. Journ. of exper. Zool. Vol. 54.
- (1929 a): The conjugation of a triploid *Chilodon*. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 73.
- MAUPAS, E. (1889): Le rajenissement karyogamique chez les ciliés. Arch. Zool. expér. et gén. T. 7.
- POPOFF, METHODI (1908): Die Gametenbildung und Conjugation bei *Carchesium polypinum* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 89.
- PRANDTL, HANS (1906): Die Conjugation von *Didinium nasutum* O. F. M. Arch. f. Protistenk. Bd. 7.
- REICHENOW, EDUARD (1927, 1929): DOFLEIN's Lehrbuch der Protozoenkunde. 5. Aufl. Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: [83_1934](#)

Autor(en)/Author(s): Ivanic Momcilo

Artikel/Article: [Über die Konjugation der kleinkernlosen Stadien mit den einen normalen Kernapparat besitzenden Tieren bei *Amphileptus spec.* 344-351](#)